

浜名湖におけるアマモ (*Zostera marina* L.) の生態,
特に一年生アマモの成立要因¹⁾

今尾和正*・伏見 浩**²⁾

* (株) 日本海洋生物研究所 (〒142 東京都品川区豊町 4-3-16)

** 静岡県水産試験場 (〒425 静岡県焼津市小川汐入 3690)

IMAO, K. and FUSHIMI, H. 1985. Ecology of the eelgrass (*Zostera marina* L.), especially environmental factors determining the occurrence of annual eelgrass in Lake Hamana-ko. Jap. J. Phycol. 33: 320-327.

The distribution and seasonal changes of the eelgrass (*Zostera marina* L.) in Lake Hamana-ko were investigated. The normal perennial eelgrass was distributed in the southern part of the lake in which salinity was high, while the annual eelgrass was distributed in the northern part of the lake in which salinity was low. Seedlings of the annual eelgrass were found from November to January, and grew rapidly in March. Flowering occurred in April and May, and thereafter mature plants decayed. It was suggested that in Lake Hamana-ko one of the major environmental factors determining occurrence of the annual eelgrass is salinity.

Key Index Words: Distribution; ecology; eelgrass; seagrass; *Zostera*.
Kazumasa Imao, Marine Biological Research Institute of Japan, Co., Ltd., 4-3-16, Yutaka-cho, Shinagawa-ku, Tokyo, 142 Japan. Hiroshi Fushimi, Shizuoka Prefecture Fisheries Experiment Station, 3690, Shioiri, Kogawa, Yaizu-shi, Shizuoka, 425 Japan.

浜名湖では、従来、アマモ (*Zostera marina* L.) を「大べら」、コアマモ (*Z. japonica* ASCHERS. & GRAEBN.) を「にらもく」と呼称しており、これらのほかに「春もく」あるいは「やなぎも」と呼ばれる同じヒルムシロ科の植物が知られていた。

低かんの湖央部と入江に分布する「春もく」は3~6月によく繁茂し、7月に入ると枯死して翌春まではほとんど姿を消す(浜名湖水産学術調査団 1959)。松岡(1968)は、「春もく」はアマモの実生で、夏季における湖内環境の悪化とともに枯死するものではないかと考えた。さらに「春もく」は多年生ではないといわれていることや、「もやし」といわれるアマモの発芽

直後のものが秋に湖内を大量に浮漂していることも報告している。

浜名湖のほかに、宮城県万石浦、三重県英虞湾および鹿児島湾で一年生アマモ (annual eelgrass) の存在が報告されている(菊池 1984)。

海外では一年生アマモに関するいくつかの報告がある。KEDDY and PATRIQUIN (1978) はカナダの Nova Scotia で一年生アマモを発見し、その分布、形態および生活史について詳述し、一年生と多年生のアマモの発芽実験を行って遺伝的相違を検討した。このほか多くの研究者 (DEN HARTOG 1973, FELGER and McROY 1975, VERHOEVEN and VAN VIERSSEN 1978, BAYER 1979, DE COCK 1980, 1981a, b, c, GAGNON *et al.* 1980, McMILLAN 1983, PHILLIPS *et al.* 1983) によって一年生アマモやこれに該当すると考えられるアマモが報告され、最近になって注目されるようになった。

著者らは浜名湖における藻場生物群集の調査でアマモに関する新しい知見を得たので、ここでは同湖におけるアマモの分布と季節消長について述べ、さらに一年生アマモの成立要因について考察を行った。

- 1) 本研究の調査費用の一部は昭和54年度浜名湖漁業振興調査費(静岡県農業水産部水産課)による。
- 2) 現住所: (社)日本栽培漁業協会八重山事業場(907-04 沖縄県石垣市桴海大田 148).
(Present address: Japan Sea-farming Association Yaeyama Sea-farming Center, 148, Oota, Fukai, Ishigaki-shi, Okinawa, 907-04 Japan)

水域の概況と調査方法

浜名湖の概況

浜名湖は本州中央部に位置し (34°45'N, 137°35'E)、面積 69 km²、周囲 103 km の塩水湖である。湖口は幅 200 m の今切口で遠州灘と通じている。Fig. 1 に示す通り複雑な形状の湖で、庄内湖をはじめとする数個の付属湖がある。湖口に近い湖南部と庄内湖は極めて浅く、湖北部は深くなる。浜名湖の最深部は水深 16 m で、湖奥部の付属湖の最大水深は 7 m ないし 10 m である。湖心の水深 10 m 層の塩素量は 1951~1952年に 10~13‰であったが、湖口の固定化工事のため1953年から上昇しはじめ、1964年には16~17‰になった(阿井 1968)。

調査方法

アマモ: 浜名湖全域におけるアマモの分布の概況を把握するため、1980年4月中旬と5月中旬に目視と音響測深機による調査を実施した。

1979年7月から1980年11月まで毎月1回アマモを採取した。採取地点は一年生アマモの密生域である Stn. A (水深 3.5 m), Stn. B (同 3.0 m), Stn. C (同 3.0 m) と多年生アマモの繁茂地である Stn. D (水深 1.5 m) の4点 (Fig. 1) である。採取は、スキューバ潜水

により 50 cm×50 cm の方形枠を設置し、枠内のアマモを地下茎ごと手で掘り出す方法で行った。採取したアマモは約10%のホルマリン海水で固定した後、実験室での測定に供した。すなわち、1植物体ごとに地上部の長さ(草長:ここでは地上茎に一番近いヒゲ根を出している節から最も長い葉の先端まで)を測定し、さらに、各地点ごとに全植物体を地上部の最下部から 10 cm ごとに切断し、各々の乾重量を測定した。これを層別現存量と呼ぶことにする。なお、乾重量は、植物体をあらかじめ十分風乾したのち、80°C で100分間熱風乾燥してから求めた。

環境: アマモの採取と併せてスミス・マッキンタイヤー型採泥器(採取面積 0.05 m²)を用いて底泥を採取し、粒度組成、強熱減量(600±25°C 恒量)および全硫化物(検知管法)を測定した。

静岡県水産試験場浜名湖分場により毎月1回行われている定点観測の結果のうち、水温と塩素量について、1973年から1983年までの値を用いて各定点における水深 2 m 層の平均値を算出した。この定点観測では浜名湖全域にわたり12の定点がある。本報告では湖南部 (Stn. 3, 4)、鷺津湾 (Stn. 12)、松見ヶ浦 (Stn. 11)、湖央部 (Stn. 5, 6)、猪鼻湖 (Stn. 10) および細江湖 (Stn. 9) の8定点 (Fig. 1) の観測値を用いた。これらのうち、Stn. 12 はアマモ採取地点の Stn. B とほぼ一致し、Stn. 4 は Stn. D の東側に位置している。

結果

分布: アマモの分布域を Fig. 2 に示した。これ以外の場所ではアマモはあっても点生程度であり、特に湖口部、庄内湖および村櫛半島西岸南部にはほとんど分布していないらしい。Stn. D 付近を含む湖南部に分布するアマモは、「大べら」すなわち多年生アマモであった。鷺津地先とそれより北に分布するアマモはいわゆる「春もく」であった。「春もく」の密生群落は鷺津、佐久米の地先にみられた。細江湖、猪鼻湖には密生群落はあまりみられなかった。「大べら」と「春もく」の両者が混在する場所はみつからなかった。

分布水深は「大べら」では約 1.5 m であったが、この水域では水深自体が 2 m を超えない。「春もく」の分布水深は低潮面下約 1~5 m で、最も繁茂するのは 2~3 m であった。

形態: Stn. D 付近にみられるアマモはごく普通にみられる形態である。生殖枝 (generative shoot) は少く、開花結実期の4月における栄養枝 (vegetative

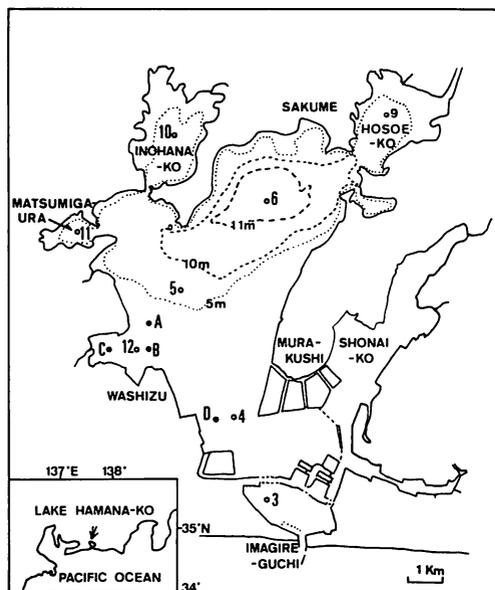


Fig. 1. Map showing locations of Lake Hamana-ko and the sampling stations. The eelgrass was studied at Stns. A-D. Water temperature and chlorinity were measured at numbered stations.



Fig. 2. Distribution of the eelgrass (shaded areas) in Lake Hamana-ko.

shoot) と生殖枝の数の比は 4.1 : 1 であった。

鷺津以北にみられる「春もく」の地下茎は短く、ほ

とんどない場合もあり、長くても 5 cm 程度であった。葉鞘は合一で、葉幅は 2~5 mm であり、葉脈は発芽直後のものでは 3 であるが後に 5 となる。花序に被鱗はなく、種子は長だ円形で縦に明らかなすじがあり、*Z. marina* L. と考えられる。「春もく」の成体には、多くの場合生殖枝しかみられなかったが、まれに Fig. 3 のような栄養枝を出している株もみられた。KEDDY and PATRIQUIN (1978) は、一年生アマモの成体は多年生アマモの生殖枝の形態と区別することはできない、と述べているが、「春もく」の場合も同じことが言える。「春もく」の成体の草長は多年生アマモより長く、最大のもは 290 cm に達した。

季節変化：各地点から採取されたアマモ地上部の現存量 (50 cm × 50 cm 当り) および平均草長の季節変化をそれぞれ Fig. 4 と Fig. 5 に、層別現存量を Fig. 6 に示す。Stn. D の「大べら」すなわち多年生アマモでは、4 月に現存量 (67.6 g (d. w.)/0.25 m²) と草長 (平均 99.5 cm) が最大となり、最小となるのは 9・10 月ごろのようである。開花・結実期は 4 月ごろである。4 月には生殖枝が形成されるため、層別現存量の形状はピラミッド状でなくなる。

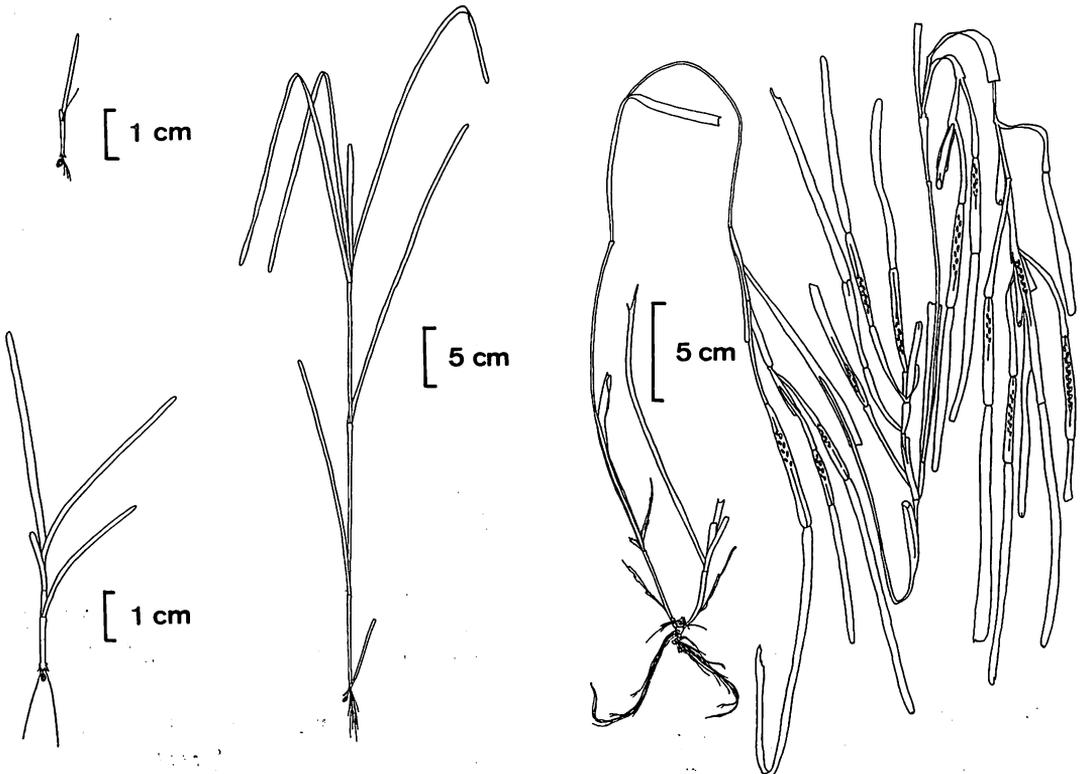


Fig. 3. Drawings of the annual eelgrass.

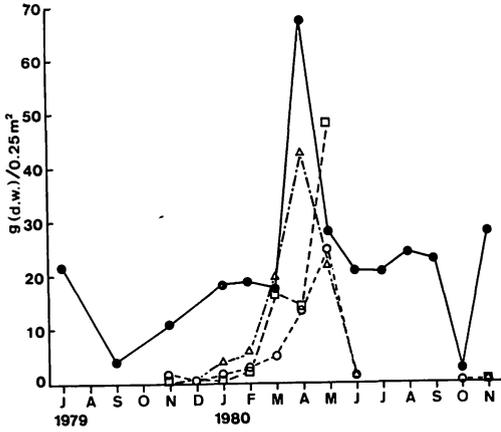


Fig. 4. Seasonal changes in the aboveground standing crop ($g(d.w.)/0.25m^2$) of the eelgrass. ○, Stn. A; △, Stn. B; □, Stn. C; ●, Stn. D.

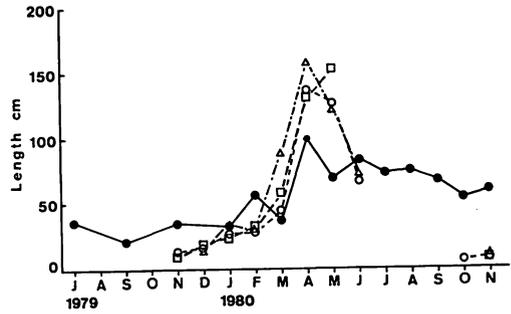


Fig. 5. Seasonal changes in mean total length of the eelgrass. ○, Stn. A; △, Stn. B; □, Stn. C; ●, Stn. D.

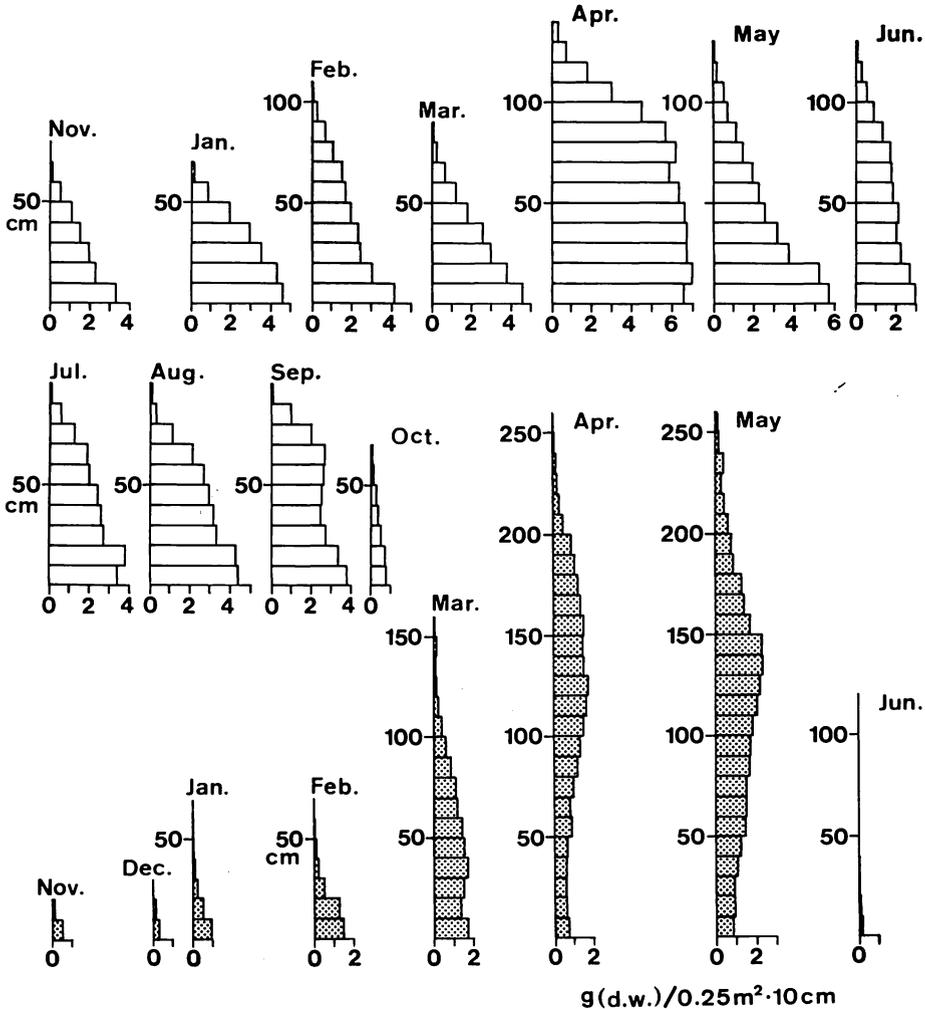


Fig. 6. Biomass diagrams of the eelgrass ($g(d.w.)/0.25m^2 \cdot 10cm$). Shaded diagrams show mean values of the annual eelgrass, and open diagrams those of the perennial eelgrass at Stn. D.

Stn. A, B, C では11・12月ごろに発芽体がみられ、これは2・3月に急速に成長する。4・5月には開花・結実して、現存量、草長とも最大となり、その直後流失し、夏季(7~9月)には定着草体を見ることがない。4・5月には、開花・結実のために層別現存量は100~150 cmの層で最大となる。「春もく」は草体が越冬することがないので一年生アマモである。

環境: 静岡県水産試験場浜名湖分場による水温、塩素量の定点観測結果を検討すると、浜名湖はきわめて特徴的なくつかの水域の組合せであることがわかる。水深2 m層のT-ClダイアグラムをFig. 7に示す。これをみると、湖口から湖奥に進むに従って外海水の影響は小さくなるが、湖央部では水温も塩素量も似た値となっている。湖奥部の細江湖や猪鼻湖を除き、湖央部とその周縁(鷺津湾、松見ヶ浦)はひとつのまとまった水域とみなせる。

Stn. 4と湖央部4点との間には季節を問わず塩素量に大きな差がみられた。湖央部の塩素量は4~9月に低く、特に7, 8, 9月には14‰前後であった。細江湖(Stn. 9)や猪鼻湖(Stn. 10)の塩素量はさらに低

い。Stn. 4付近には多年生アマモが分布し、塩素量が低い湖央部周縁や付属湖には一年生アマモが分布している。このように、低塩分の水域と一年生アマモの分布域とは極めてよく一致している。

冬季1, 2月の水温は、Stn. 4と湖央部、付属湖との間に約5°Cの差があった。夏季には両者の間には小差が認められるだけであったが、Stn. 4の水温は7月で27.0°C、8月で26.9°Cであるのに対して、湖央部や付属湖では7, 8月に27°Cを超えている。これは考察でふれるが注目すべき点であろう。開花・結実期の4, 5月の水温にはStn. 4と湖央部・付属湖との間にほとんど差がなく、4月で約15°C、5月で約20°Cであった。

底質の強熱減量と全硫化物の測定結果をTable 1に示す。強熱減量の値はStn. Cで高いが、多年生アマモの繁茂地であるStn. Dでも特に低い値ではなかった。全硫化物はStn. Dで低い値であった。粒度組成は、Stn. Dでは粒径0.074 mm以下の占める割合がやや少いが、Stn. Aとそれほどかけはなれた数値ではなかった(Table 2)。

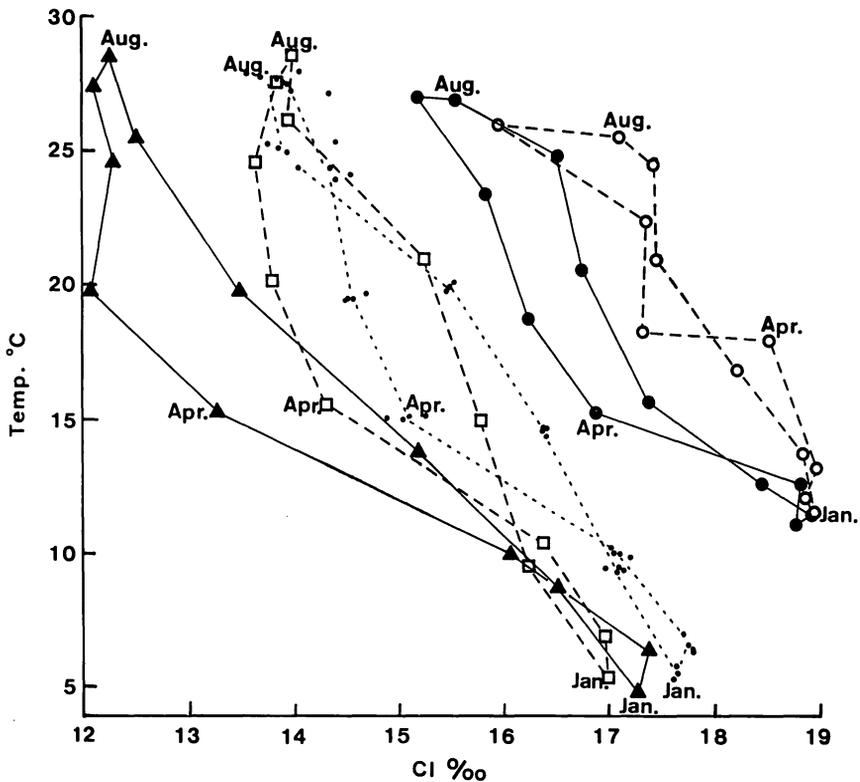


Fig. 7. T-Cl diagrams for the means from 1979 to 1983 at 2 m depth. ○, Stn. 3; ●, Stn. 4; •, Stns. 5, 6, 11, 12; □, Stn. 9; ▲, Stn. 10.

Table 1. Ignition loss (I.L.) and total sulfide (T-S) of the sediment (July 1979-July 1980).

Station	I.L. (%)	T-S (mg/g(d. w.))
A	3.84±1.74	0.38±0.28
B	5.46±2.15	0.53±0.41
C	13.99±1.75	2.10±1.53
D	3.57±1.78	0.08±0.12

Table 2. Particle size distribution (%) of the sediment (mean for July 1979-July 1980).

Station	Particle size (mm)						
	2.0	0.84	0.42	0.25	0.105	0.074	<0.074
A	0.20	0.96	1.20	6.36	67.82	3.68	19.78
B	0.00	1.27	0.95	8.00	36.56	7.58	45.65
C	0.00	0.05	0.20	0.57	4.81	1.75	92.62
D	0.00	1.32	2.72	18.90	56.58	5.86	14.61

考 察

アマモは、その種子が発芽して開花するまでの過程に基づいて、これまでの報告から一応次の三つの型に分けることができる。

第1は、発芽後1年未満は栄養枝だけが発達して生殖枝を形成せず、2年目またはそれ以降に開花する型 (SETCHELL 1929, 川崎ら 1984) である。

第2は、発芽後1年を経ずして開花・結実し、栄養枝も出して越年する型 (MIKI 1933) である。ただし、MIKI (1933) は実生で開花して栄養枝を有する株のほかに、生殖枝だけからなる株 (5月25日採取) の写真も示している。種子は7月中旬に成熟すると記されていることから、全部の株が越年するとは考えにくい。栄養枝が残存し越年する株と、結実後全体が流失してしまう株とが混生していた可能性もあると考えられる。

第3は、発芽後1年未満で生殖枝を発達させて開花・結実し、草体は越年することなくすべて流失してしまう型 (KEDDY and PATRIQUIN 1978), すなわち一年生アマモである。

浜名湖の「春もく」は、これら三つの型のうちで、第3のものに該当する。しかし、KEDDY and PATRIQUIN (1978) は一年生アマモがまったく栄養枝を形成しないと述べている。栄養枝をまったく形成しないことは、栄養繁殖を行うことがないという点で、典型的な一年生アマモと言える。「春もく」は、生殖枝と

もにまれに栄養枝をもつことがある点で KEDDY and PATRIQUIN (1978) の報告とは少し異っている。

一年生アマモが成立するためには次のような条件が必要である。第1には、栄養繁殖を絶つ要因が存在することである。次に、この第1の条件と密接に関係するが、生殖枝を形成する割合が高くなる条件の存在である。第3に、発芽や幼芽の生育にとって好都合な条件の存在である。これらのうち第1の条件がなければ一年生アマモばかりの群落は生じない。

一年生アマモの成立要因は、これまでにもいくつか挙げられてきた。KEDDY and PATRIQUIN (1978) は、夏季の日射や冬季の氷あるいは霜が多年生アマモの成立を抑制していると述べているが、これらは浜名湖にはあてはまらない。

AIOI (1980) は、底質と多年生アマモの地下茎との関係について、泥底ほど地下茎の発達が悪いと述べている。浜名湖の一年生アマモの地下茎は極めて短い。多年生アマモが繁茂する Stn. D では、全硫化物は他の地点より少なかったが、粒度組成には他の地点とそれほど顕著な差を見出すことはできなかった。

一年生アマモは、文献にあらわれたほとんどの場合、低塩分になりやすい所 (塩沼特に潮間帯) にみられている。塩素量の年平均値が 14‰ であったオランダの例 (VERHOEVEN and VAN VIERSSEN 1978) をはじめ、塩分の値は示されていないが低かんであるかと考

えられる例 (KEDDY and PATRIQUIN 1978, GAGNON *et al.* 1980, PHILLIPS *et al.* 1983) は比較的多い。

ヨーロッパの大西洋沿岸の汽水性の内海 (brackish inland waters) のアマモは一年生植物であるという (JACOBS 1982)。また、低塩分はアマモの発芽や幼芽の生育にとって、多くの場合好都合である (新崎, 1950b, 幡手ら 1974, PHILLIPS *et al.* 1983)。

しかし、北米のアマモの分布域の南限であるカリフォルニア湾は高塩分と夏季の高水温 (27~32°C) で特徴づけられ、潮下帯に一年生アマモだけが生育する (PHILLIPS *et al.* 1983)。このカリフォルニア湾のアマモでは、発芽率は高塩分でも抑制されず (McMILLAN 1983, PHILLIPS *et al.* 1983)、むしろ高水温で抑制された (McMILLAN 1983)。分布域の高温限界付近では、水温が一年生アマモの主要な成立要因となっているのかもしれない。MIKI (1933) は日本の *Zostera* 属の地理的分布について述べているが、その中で外海の水温と *Zostera* 属の分布を図示し、夏季8月の表層水温 27°C の線がアマモの分布の南限になっているとした。しかし、8月の水温が 30°C をこえる内湾にも多年生アマモが繁茂することを新崎 (1950a) は報じている。そこでは実生の5%位が花枝を形成する (新崎 1950b)。

浜名湖では、一年生アマモの分布域と夏季の塩素量 14‰前後の低塩分域とはよく一致していた。従って、低塩分が浜名湖の一年生アマモの成立を支配する主要因と考えられる。この低塩分域の水温は、夏季に MIKI (1933) が指摘した 27°C を上回っており、水温と一年生アマモの成立との関係も無視できない。しかし、一年生アマモの出現に対する塩分や水温の作用機序は今後に残された課題である。

謝 辞

本研究における解析とまとめについて御指導いただき、特に一年生アマモの成立条件と海況分析にヒントを与えられた東京水産大学名誉教授片田実先生に深甚なる謝意を表す。また、現地調査や資料の収集に便宜をはかれた静岡県水産試験場浜名湖分場長(当時)阿井敏夫氏をはじめ職員各位に厚く感謝する。試料の採取、測定に協力された(株)日本海洋生物研究所の中根徹氏をはじめ職員各位に御礼申し上げる。

引用文献

- 阿井敏夫 1968. 塩素量の変動からみた浜名湖の性状について。水産土木 5: 37-41.
- AIOI, K. 1980. Seasonal change in the standing crop of eelgrass, *Zostera marina* L., in Odawa Bay, central Japan. Aquat. Bot. 8: 343-354.
- 新崎盛敏 1950a. アマモ, コアマモの生態 (I)。日水誌 15: 567-572.
- 新崎盛敏 1950b. アマモ, コアマモの生態 (II)。日水誌 16: 70-76.
- BAYER, R. D. 1979.* Intertidal zonation of *Zostera marina* in the Yaquina Estuary, Oregon. Syesis 12: 147-154.
- DE COCK, A. W. A. M. 1980. Flowering, pollination and fruiting in *Zostera marina* L. Aquat. Bot. 9: 201-220.
- DE COCK, A. W. A. M. 1981a. Development of the flowering shoot of *Zostera marina* L. under controlled conditions in comparison to the development in two different natural habitats in The Netherlands. Aquat. Bot. 10: 99-113.
- DE COCK, A. W. A. M. 1981b. Influence of light and dark on flowering in *Zostera marina* L. under laboratory conditions. Aquat. Bot. 10: 115-123.
- DE COCK, A. W. A. M. 1981c. Influence of temperature and variations in temperature on flowering in *Zostera marina* L. under laboratory conditions. Aquat. Bot. 10: 125-131.
- DEN HARTOG, C. 1973. The dynamic aspect in the ecology of sea-grass communities. Thalassia Jugosl. 7: 101-112.
- FELGER, R. and McROY, C. P. 1975. Seagrasses as potential food plants. p. 62-68. In G. F. SOMERS [ed.] Seed-bearing Halophytes as Food Plants. Proc. Univ. Delaware, June 1974, Univ. Delaware, Newark, DE.
- GAGNON, P. S., VADAS, R. L., BURDICK, D. B. and MAY, B. 1980. Genetic identity of annual and perennial forms of *Zostera marina* L. Aquat. Bot. 8: 157-162.
- 幡手格一・上城義信・小川和敏・国武和人 1974. アマモの増殖に関する研究—I, 種子の採取とその発芽および生長について。栽培技研 3: 123-131.
- JACOBS, R. P. W. M. 1982. Reproductive strategies of two seagrass species (*Zostera marina* and *Z. noltii*) along west European coasts. p. 150-155. In J. J. SYMOENS, S. S. HOOPER and P. COMPÈRE [ed.] Studies on Aquatic Vascular Plants. Royal Bot. Soc. Belgium, Brussels.
- 川崎保夫・飯塚貞二・後藤 弘・寺脇利信・佐伯 功・平間賢一・菊池弘太郎 1984. 小田和湾におけるアマモの季節的消長。日本水産学会春季大会講演要旨集。

- KEDDY, C. J. and PATRIQUIN, D. G. 1978. An annual form of eelgrass in Nova Scotia. *Aquat. Bot.* 5: 163-170.
- 菊池泰二 1984. アマモの生態. p. 53-56. 文部省特定研究「海洋生物過程」成果編集委員会編, 海洋の生物過程.
- 松岡玳良 1968. 藻場の分布と棲息水族. 静岡県水産試験場浜名湖分場試験報告書 42: 153-158.
- McMILLAN, C. 1983. Seed germination for an annual form of *Zostera marina* from the Sea of Cortez, Mexico. *Aquat. Bot.* 16: 105-110.
- MIKI, S. 1933. On the sea-grasses in Japan (I), *Zostera* and *Phyllospadix*, with special reference to morphological and ecological characters. *Bot. Mag. Tokyo* 47: 842-862.
- PHILLIPS, R. C., GRANT, W. S. and McROY, C. P. 1983. Reproductive strategies of eelgrass (*Zostera marina* L.). *Aquat. Bot.* 16: 1-20.
- SETCHELL, W. A. 1929. Morphological and phenological notes on *Zostera marina* L. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 14: 389-452.
- 浜名湖水産学術調査団 1959. 浜名湖水産学術調査報告. 静岡県.
- VERHOEVEN, J. T. A. and VAN VIERSSEN, W. 1978. Distribution and structure of communities dominated by *Ruppia*, *Zostera* and *Potamogeton* species in the inland waters of 'De Bol', Texel, The Netherlands. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 6: 417-428.

* PHILLIPS *et al.* (1983) から再引用.

第16回太平洋学術会議のお知らせ

第16回太平洋学術会議 (XVI th Pacific Science Congress) が1987年8月20~30日に大韓民国のソウル市で開催される。

会議は "New Dimensions of Science, Manpower and Resources in the Pacific" をメインテーマとし, 次のような3つのシンポジウムおよび専門別15のセッションで講演が行われる予定である。

シンポジウム:

1. Development of Science and Technology for the Pacific Countries
2. Population and Food for the Pacific Basin
3. Perspectives on the Major Resources of the Pacific Region

各セッション:

- A. Ecology, Conservation and Environmental Protection
- B. Solid Earth Sciences
- C. Geography
- D. Museum and Similar Institutions
- E. Marine Science

- F. Coral-Reefs
- G. Botany
- H. Forestry
- I. Freshwater Science
- J. Entomology
- K. Social Sciences and Humanities
- L. Economics
- M. Public Health and Medical Sciences
- N. Nutrition
- O. Science Communication and Education

この会議への参加および講演申し込み, 詳しい日程, 宿泊等に関しては2ndサーキュラーに掲載の予定なので, 2ndサーキュラー入手希望者は, 下記に申し込むこと。

Prof. Choon Ho Park
Secretary-General
Organizing Committee
XVI Pacific Science Congress
K.P.O. Box 1008
Seoul 110, Korea